

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-44370

(P2000-44370A)

(43) 公開日 平成12年2月15日 (2000.2.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
C 0 4 B 41/87		C 0 4 B 41/87	N 3 C 0 4 6
			M
B 0 1 J 3/06		B 0 1 J 3/06	T
B 2 3 B 27/14		B 2 3 B 27/14	A
C 0 4 B 41/89		C 0 4 B 41/89	J
審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 13 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-227610

(22) 出願日 平成10年7月27日 (1998.7.27)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 久木野 暁

兵庫県伊丹市尾鷲北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 白石 順一

兵庫県伊丹市尾鷲北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 100070851

弁理士 青木 秀實 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 A 1 2 O 3 被覆 c B N 基焼結体切削工具

(57) 【要約】

【課題】 鉄系材料の高硬度難削材切削及び高速・高能率切削において、耐摩耗性、特に耐クレーター摩耗性に優れる切削工具を提供する。

【解決手段】 c B N 基焼結体母材における切削に関与する表面の少なくとも一部に1層以上の A 1 2 O 3 層を具える。この焼結体母材は c B N を体積で 20 ~ 99 % と、平均粒径 1 μ m 以下の A 1 2 O 3 を体積で 1.0 以上 1 0 % 未満を含む。A 1 2 O 3 層は厚さが 0.5 μ m ~ 50 μ m である。また、A 1 2 O 3 層は、厚さ d が 0.5 μ m ≤ d ≤ 25 μ m の場合、平均結晶粒径 ( s ) は 0.01 μ m ≤ s ≤ 4 μ m、25 μ m < d ≤ 50 μ m の場合、0.01 μ m ≤ s ≤ 10 μ m とする。高温下での耐塑性変形性に優れた c B N 基焼結体を母材とし、化学的安定性に優れる A 1 2 O 3 を密着よく被覆することにより、高温・高負荷下での耐摩耗性、特に耐クレータ性に優れる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 cBN基焼結体母材における切削に関与する表面の少なくとも一部に1層以上のA12O3層を被覆した切削工具であって、

前記焼結体母材はcBNを体積で20～99%含み、平均結晶粒径1μm以下のA12O3を体積で1.0%以上10%未満含有し、

前記A12O3層は、

厚さ(d)が0.5μm～50μmで、

0.5μm≤d≤25μmの場合、平均結晶粒径(s)が0.01μm≤s≤4μm、

25μm<d≤50μmの場合、平均結晶粒径(s)が0.01μm≤s≤10μmであることを特徴とするA12O3被覆cBN基焼結体切削工具。

【請求項2】 cBN焼結体母材が、体積で3.0%以上5.0%未満のA12O3を含有していることを特徴とする請求項1記載のA12O3被覆cBN基焼結体切削工具。

【請求項3】 A12O3層が、α-A12O3を主成分とすることを特徴とする請求項1記載のA12O3被覆cBN基焼結体切削工具。

【請求項4】 A12O3層が、配向性指数TC(012)≥1.0、TC(104)≥1.0、TC(110)≥1.0、TC(113)≥1.0、TC(024)≥1.0またはTC(116)≥1.0のα-A12O3からなり、この配向性指数は次式で定義されることを特徴とする請求項1記載のA12O3被覆cBN基焼結体切削工具。  

$$TC(hkl) = I(hkl) / I_0(hkl) \times \left[ (1/n) \sum \{ I(hkl) / I_0(hkl) \} \right]^{-1}$$

式中で

I(hkl) : XRDにおける(hkl)回折線強度

I0(hkl) : XRDのASTMカードにおける回折強度

n : 計算に使用した回折線数、使用した(hkl)回折線は(012)、(104)、(110)、(113)、(024)、(116)である。

【請求項5】 前記A12O3層とcBN基焼結体母材の界面にTiCxNyOzからなる中間層を有することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のA12O3被覆cBN基焼結体切削工具。

【請求項6】 前記A12O3層が複数層あり、各A12O3層はTiCxNyOz層を介して積層されていることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のA12O3被覆cBN基焼結体切削工具。

【請求項7】 最外層にTiCxNyOz層が被覆されていることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のA12O3被覆cBN基焼結体切削工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は立方晶窒化硼素(cBN)焼結体の母材にA12O3を被覆した切削工具に関するものである。特に、耐摩耗性および耐欠損性が改良されたA12O3被覆cBN基焼結体切削工具に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】A12O3は優れた化学的安定性および硬度の高さから、鉄系材料切削において最も適した材料であるにもかかわらず、韌性に劣っていることからA12O3を主体とする切削工具は、欠損に対する安定性に劣るという欠点があった。これを解決するために、韌性に比較的優れる超硬合金母材にA12O3を被覆した切削工具が製品化されている。

## 【0003】

【発明の解決しようとする課題】しかし、近年の工具市場の高速・高能率化指向および環境問題に伴う乾式切削化に対する要求に対し、コーティング超硬合金をはじめとする従来工具では、切削時の刃先の高温・高負荷に伴う母材の塑性変形が問題となっていた。

【0004】これを解決するための手段として、特開昭59-8679号公報において高温硬度に優れるcBN基焼結体にA12O3を被覆する方法が提案されている。しかし、cBN基焼結体とA12O3被覆層の密着力が十分でないことおよびA12O3の結晶性の最適化が不十分であることにより、焼入れ鋼などの高硬度材の切削や鋼の高速・高能率切削においては顕著な耐摩耗性および耐欠損性の向上がみられていなかった。

【0005】従って、本発明の主目的は、特に鉄系材料の高硬度難削材切削や鋼の高速・高能率切削において、耐逃げ面摩耗性および耐クレーター摩耗性に優れる切削工具を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明切削工具は、cBN基焼結体母材における切削に関与する表面の少なくとも一部に1層以上のA12O3層を被覆した切削工具である。ここで、焼結体母材はcBNを体積で20～99%含み、平均結晶粒径1μm以下のA12O3を体積で1.0%以上10%未満含む。また、A12O3層は厚さ(d)が0.5μm～50μmである。厚さ(d)が0.5μm≤d≤25μmの場合、A12O3の平均結晶粒径(s)は0.01μm≤s≤4μmであり、同25μm<d≤50μmの場合、平均結晶粒径(s)は0.01μm≤s≤10μmである。

【0007】cBN基焼結体母材にA12O3を適量含有させることにより、A12O3被覆層またはA12O3との結合性に優れるTiCxNyOzの中間層との密着が増し、切削性能が向上する。A12O3の含有量は、体積で3.0%以上5.0%未満が特に好ましい。密着性が向上することの理由として、

①cBN基焼結体母材に含有されたA12O3を基点として、被覆層を形成しているA12O3およびTiCxNyOzとが核生成を起こしている、

②cBN基焼結体母材にA12O3を含有することにより、cBN基焼結体母材本来の残留力に変化し、被覆との残留応力(熱応力・内部応力)とのミスマッチが緩和される、ことが推定される。

【0008】1 $\mu$ m以下の微細なAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を均質にcBN基焼結体母材に含有させることにより、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>またはTiCxNyOz膜形成の際に微細で均質な核生成を促進することができ、結晶性に優れ、かつ密着力に優れたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を成膜できるものと考えられる。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有率が、体積で1.0%未満の場合には、被覆形成時の核生成がまばらになるため効果が不十分となる。逆に10%以上になると、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>固有の機械的特性がcBN基焼結体の機械的特性に反映され、cBN基焼結体母材の耐久損性が大幅に低下するものと推定される。

【0009】また、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を主成分とすることが好ましい。 $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を密着力良く被覆することにより、逃げ面摩耗量およびクレーター摩耗量が抑止され、工具寿命が劇的に増加する。 $\kappa$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を密着力良く被覆した場合にも、クレーター摩耗量は抑制され、工具寿命が向上するが、逃げ面摩耗量はほとんど抑制されない。

【0010】さらに、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は、(012)、(104)、(110)、(113)、(024)または(116)面を配向させた組織として、配向性指数を1.0以上とすることで、耐摩耗性および強度に優れた被覆層とできる。この配向性指数は次式で定義される。なお、この配向性指数の求め方についてはW096/15286 (PCT/SE95/01347) などにも記載されている。

$$TC(hkl) = I(hkl) / I_o(hkl) \times \left[ (1/n) \sum \{ I(hkl) / I_o(hkl) \} \right]^{-1}$$

式中で

I(hkl) : XRDにおける(hkl)回折線強度

I<sub>o</sub>(hkl) : XRDのASTMカードにおける回折強度

n : 計算に使用した回折線数、使用した(hkl)回折線は(012)、(104)、(110)、(113)、(024)、(116)である。

【0011】上記の切削工具において、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層はTiCxNyOz層と複合して積層してもよい。この複合の具体的構成には、①Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層とcBN基焼結体母材の界面にTiCxNyOzからなる中間層を形成する、②Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層を複数層設け、各Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の間にTiCxNyOz層を介在させる、③最外層にTiCxNyOz層を被覆することが挙げられる。

【0012】また、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の厚さを0.5 $\mu$ m~50 $\mu$ mとしたのは、この下限未満では被覆の効果が低く、上限を超えると被覆層が剥離や欠損を起こしやすくなるからである。より好ましくは3~40 $\mu$ m程度である。特に、

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の厚さが25 $\mu$ m以下で、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の平均結晶粒径(s)を0.01 $\mu$ m $\leq$ s $\leq$ 4 $\mu$ mのものは、耐逃げ面摩耗性に優れ、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の厚さが25 $\mu$ mを越え、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の平均結晶粒径(s)が0.01 $\mu$ m $\leq$ s $\leq$ 10 $\mu$ mのものは、耐クレータ摩耗性に優れる。なお、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層が複数存在する場合、厚さが25 $\mu$ m以下かどうかの場合分けは、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層の合計厚みについて行う。

【0013】上記のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層またはTiCxNyOz層は熱CVD法、プラズマCVD法および中温CVD法などのCVD法や、スパッタ法およびイオンプレーティング法などのPVD法などにより形成できる。

【0014】一方、焼結体母材はcBNと結合相とから構成される。cBN含有量が20体積%以上であれば、機械的に弱点となる結合相の厚い個所が生成されることを抑制できる。また、結合相としては、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の他、周期律表4a,5a,6a族金属の窒化物、炭化物、ホウ化物およびこれらの相互固溶体の少なくとも1種を主成分とするものが好ましい。さらに、AlおよびSiの少なくとも一方を含有してもよい。この焼結体母材の製造には、プラズマ焼結装置、ホットプレス装置、超高压焼結装置などが利用できる。

【0015】本発明の切削工具は、ダイヤモンドに次ぐ硬度を有するcBNを主成分とするcBN基焼結体母材とすることにより高温下での耐塑性変形性に優れる。また、化学的安定性に優れる $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を組織制御して被覆することによりチップングや剥離を起こすことなく耐クレーター性を改善することができる。そのため、切削温度の上昇により既存の工具では適用不可能であった焼入れ鋼などの高硬度材の切削や鋼の高速・高能率切削用途において優れた工具寿命を有する。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

(実施例1) 表1に示す異なる組成でSNGN120408 (ISO規格)の形状を有するcBN基焼結体母材を用意した。次に、通常のCVD法により、表2(条件1)、表3

(条件2)の条件にてAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を被覆した。一部のチップについては、通常のCVD法によりTiC0.5N0.5層をcBN基焼結体母材とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>被覆層との間に中間層として被覆した。

#### 【0017】

【表1】

No.	粒度 ( $\mu\text{m}$ )		組成 (体積%)	
	cBN	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	その他	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
A	$\leq 8$	< 1	cBN: 45, TiN: 30, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, W, Co等の不純物: 15	0
B	$\leq 8$	< 1	cBN: 45, TiN: 30, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, W, Co等の不純物: 14.1	0.9
C	$\leq 8$	< 1	cBN: 45, TiN: 30, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, W, Co等の不純物: 14	1.0
D	$\leq 8$	< 1	cBN: 45, TiN: 30, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, W, Co等の不純物: 11	4.0
E	$\leq 8$	< 1	cBN: 45, TiN: 30, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, W, Co等の不純物: 6	9.0
F	$\leq 8$	< 1	cBN: 45, TiN: 30, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, W, Co等の不純物: 5	10
G	$\leq 8$	1 ~ 1.5	cBN: 45, TiN: 30, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, W, Co等の不純物: 11	4.0

【0018】

【0019】

【表2】

【表3】

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>被覆方法詳細

導入ガス	工程1	工程2
CO <sub>2</sub> (%)	—	5
AlCl <sub>3</sub> (%)	—	5
CO (%)	—	—
H <sub>2</sub> S (%)	—	0.1
HCl (%)	—	5
H <sub>2</sub> (%)	100	74.9
圧力 (torr)	80	80
温度 (°C)	920	920
処理時間 min	10	1000

20

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>被覆方法詳細

導入ガス	工程1	工程2	工程3
CO <sub>2</sub> (%)	5	5	5
AlCl <sub>3</sub> (%)	—	5	5
CO (%)	2.5	2.5	—
H <sub>2</sub> S (%)	—	—	0.1
HCl (%)	—	0.8	5
H <sub>2</sub> (%)	92.5	86.7	74.9
圧力 (torr)	80	80	80
温度 (°C)	920	920	920
処理時間 min	10	30	1000

40

【0020】得られたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>被覆焼結体について電子顕微鏡 (SEM: Scanning Electron Microscope) およびEDS (Energy-dispersive X-ray Spectroscopy) による分析を行ったところ、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は厚さ25 $\mu\text{m}$ 、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の平均粒径 (S) が4.5 $\mu\text{m}$ であることがわかった。

【0021】さらに、作製したAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>被覆cBN基焼結体切削工具の切削に関与するすくい面および逃げ面についてXRD (X-ray diffraction) で詳細な調査を行ったところ、表2の条件1では $\kappa$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が、表3の条

件2では(012)面の配向性指数TC(012)が1.1を示す $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が被覆されていた。配向性指数は前述した式に基づいて求めた。

【0022】次に、このチップを用いて切削評価を行った。切削条件は、被削材：外周長手方向の2箇所V字型の溝を有する硬度HRC65でSUJ2の丸棒、切削速度：150 m/min、切り込み：0.2mm、送り：0.1mm/rev.、乾式切削である。そして、実体顕微鏡および表面形状測定器により、摩耗量の測定および摩耗形態の観察により行っ

50

の焼き入れ鋼加工用 c BN 基焼結体も同様に評価した。

【0023】

その結果を表4に示す。

【表4】

A<sub>12</sub>O<sub>3</sub>被覆 c BN 基焼結体の切削性能

No.	c BN 焼結体 母材	被覆 条件	切削長1km 時の逃げ面摩 耗量 ( $\mu\text{m}$ )	切削長1km時 のクレーター摩 耗量 ( $\mu\text{m}$ )	欠損寿命
1	A	条件2	—	—	0.5kmでA <sub>12</sub> O <sub>3</sub> 膜剥離
2	A	中間層+ 条件2	—	—	0.6kmでA <sub>12</sub> O <sub>3</sub> 膜剥離
3	B	条件2	41	12	1.5kmでA <sub>12</sub> O <sub>3</sub> 膜剥離
4	B	中間層+ 条件2	40	12	1.4kmでA <sub>12</sub> O <sub>3</sub> 膜剥離
5	C	条件2	40	11	5kmで母材ごと 欠損
6	C	中間層+ 条件2	40	12	5kmで母材ごと 欠損
7	D	条件2	38	11	8kmで母材ごと 欠損
8	D	条件1	58	13	4kmで母材ごと 欠損
9	E	条件2	42	12	7kmで母材ごと 欠損
10	F	条件2	59	12	3kmで母材ごと 欠損
11	G	条件2	41	12	1.2kmでA <sub>12</sub> O <sub>3</sub> 膜剥離
12(比較)	D	被覆なし	60	22	3kmで欠損
13(比較)	市販の焼入れ鋼切削用 c BN 焼結体工具		61	27	3kmで欠損

【0024】表4の結果を整理すると次のようになる。

母材中にA<sub>12</sub>O<sub>3</sub>が含まれていない又はA<sub>12</sub>O<sub>3</sub>含有量が1体積%未満の場合 (No. 1～4)、被覆の密着力が不十分で工具寿命の顕著な改善が認められない。逆にA<sub>12</sub>O<sub>3</sub>含有量が10体積%以上 (No. 10) となっても改善効果が少ない。A<sub>12</sub>O<sub>3</sub>の含有率が、体積で1.0%未満の場合には、被覆形成時の核生成がまばらになるため効果が不十分となる。逆に10%以上になると、A<sub>12</sub>O<sub>3</sub>固有の機械的特性がc BN基焼結体の機械的特性に反映され、c BN基焼結体母材の耐欠損性が大幅に低下するものと推定される。

【0025】一方、No. 5、6、7、9の結果からわかるように、c BN基焼結体母材にA<sub>12</sub>O<sub>3</sub>を適量含有させることにより、A<sub>12</sub>O<sub>3</sub>被覆層またはA<sub>12</sub>O<sub>3</sub>との結合性に優れたTiC<sub>x</sub>NyO<sub>z</sub>の中間層との密着が増し、切削性能が向上する。密着が向上することの理由として、

① c BN基焼結体母材に含有されたA<sub>12</sub>O<sub>3</sub>を基点として、被覆層を形成しているA<sub>12</sub>O<sub>3</sub>およびTiC<sub>x</sub>NyO<sub>z</sub>とが核生成を起こしている、

② c BN基焼結体母材にA<sub>12</sub>O<sub>3</sub>を含有することにより、c BN基焼結体母材本来の残留力に変化し、被覆と

の残留応力(熱応力・内部応力)とのミスマッチが緩和される、ことが推定される。

【0026】母材中のA<sub>12</sub>O<sub>3</sub>の粒径が1 $\mu\text{m}$ を越えると (No. 11)、A<sub>12</sub>O<sub>3</sub>被覆の密着力が不十分である。その理由は、1 $\mu\text{m}$ 以下の微細なA<sub>12</sub>O<sub>3</sub>を均質にc BN基焼結体母材に含有させることにより、A<sub>12</sub>O<sub>3</sub>またはTiC<sub>x</sub>NyO<sub>z</sub>膜形成の際に微細で均質な核生成を促進することができ、結晶性に優れ、かつ密着性に優れたA<sub>12</sub>O<sub>3</sub>を成膜できるものと考えられる。

【0027】No. 7と8の比較からわかるように、A<sub>12</sub>O<sub>3</sub>の被覆層は $\alpha$ -A<sub>12</sub>O<sub>3</sub>を主成分とすることが好ましい。 $\alpha$ -A<sub>12</sub>O<sub>3</sub>を密着力良く被覆することにより、逃げ面摩耗量およびクレーター摩耗量が抑止され、工具寿命が劇的に増加する。 $\kappa$ -A<sub>12</sub>O<sub>3</sub>を密着力良く被覆した場合にも、クレーター摩耗量は抑制され、工具寿命が向上するが、逃げ面摩耗量はほとんど抑制されない。

【0028】(実施例2) 平均粒径2 $\mu\text{m}$ 以下のc BN粒子と同1 $\mu\text{m}$ 未満のA<sub>12</sub>O<sub>3</sub>を含有したc BN基焼結体母材に通常のCVD法を用いてTiCNおよびTiNを被覆し、実施例1と同様のCVD法を用いて、A<sub>12</sub>O<sub>3</sub>を被覆した。その際、c BN基焼結体の設置方法、成膜温度およびキャリアーガス濃度などの調整を行い、

表5、6、7に示す種々の $Al_2O_3$ 被覆cBN基焼結体切削工具を作製した。

【0029】これらの $Al_2O_3$ 被覆cBN基焼結体切削工具の切削に関与するすくい面および逃げ面についてXRDで詳細な調査を行ったところ、(012)、(104)、(11

0)、(113)、(024)、(116)からなる(hkl)面の配向性指数の中で最大値を示すTC(hkl)が0.9以上となる $\alpha-Al_2O_3$ が被覆されていた。

【0030】

【表5】

No.	cBN基 焼結体組成 (体積%)	被覆層構成※1 ( $\mu m$ )	TC(hkl) ※1	S ※2
1	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha-Al_2O_3$ : 0.9, $TiB_2$ : 5, AlN: 5, 不純物	$Al_2O_3$ 層: 30	TC(012) 2	4.5
2	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha-Al_2O_3$ : 1.0, $TiB_2$ : 5, AlN: 5, 不純物	$Al_2O_3$ 層: 30	TC(012) 2	4.5
3	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha-Al_2O_3$ : 1.0, $TiB_2$ : 5, AlN: 5, 不純物	$Al_2O_3$ 層/TC0.5N0.5 柱状晶抑制層/ $Al_2O_3$ 層: 14 /2/14	TC(012) 2	2.5
4	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha-Al_2O_3$ : 1.0, $TiB_2$ : 5, AlN: 5, 不純物	$Al_2O_3$ 層: 30 TiN0.5表面層	TC(012) 2	4.5
5	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha-Al_2O_3$ : 3.0, $TiB_2$ : 5, AlN: 5, 不純物	$Al_2O_3$ 層: 30 TiN0.5表面層	TC(012) 2	4.5
6	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha-Al_2O_3$ : 4.5, $TiB_2$ : 5, AlN: 5, 不純物	$Al_2O_3$ 層: 30	TC(012) 2	4.5
7	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha-Al_2O_3$ : 5.5, $TiB_2$ : 5, AlN: 5, 不純物	$Al_2O_3$ 層: 30	TC(012) 2	4.5
8	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha-Al_2O_3$ : 9.5, $TiB_2$ : 5, AlN: 5, 不純物	$Al_2O_3$ 層: 30	TC(012)	4.5
9	cBN: 55, TiN: 24, $\alpha-Al_2O_3$ : 10.5, $TiB_2$ : 5, AlN: 5, 不純物	$Al_2O_3$ 層: 30	TC(012) 2	4.5

※1  $\alpha-Al_2O_3$ の集合組織係数

※2  $\alpha-Al_2O_3$ の平均結晶粒子径

【0031】

【表6】

No.	cBN基 焼結体組成 (体積%)	被覆層構成※1 ( $\mu\text{m}$ )	TC(hkl) ※1	S ※2
10	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 52	TC(012) 2	4.5
11	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 50 TiC0.5N0.5 中間層: 1	TC(012) 2	4.5
12	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 55 TiC0.5N0.5 中間層: 1	TC(012) 2	4.5
13	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 50 TiC0.6N0.6 中間層: 1	TC(012) 2	10
14	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 50 TiC0.5N0.5 中間層: 1	TC(012) 2	12
15	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 30	TC(012) 0.9	3.0
16	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 30	TC(012) 1.0	3.0
17	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 30	TC(012) 2	3.0
18	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 30	TC(012) 2.5	3.0

※1  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の集合組織係数※2  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の平均結晶粒子径

【0032】

【表7】

No.	cBN基 焼結体組成 (体積%)	被覆層構成※1 ( $\mu\text{m}$ )	TC(hkl) ※1	S ※2
19	cBN: 20, TiN: 60, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 30	TC(012) 2	4.5
20	cBN: 18, TiN: 60, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 30	TC(012) 2	4.5
21	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 30	TC(104) 2	4.5
22	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 30	TC(116) 2	4.5
23	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 30	TC(110) 2	4.5
24	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 30	TC(113) 2	4.5
25	cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層: 30	TC(024) 2	4.5
26	被覆層なしのcBN焼結体/cBN: 55, TiN: 25, $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5, TiB <sub>2</sub> : 5, AlN: 5, 不純物			
27	比較: 市販の鋼切削用Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 被覆超硬			
28	比較: 市販の鋼切削用TiCN被覆サーメット			

※1  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の配向性指数※2  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の平均結晶粒子径

【0033】次に、これらのチップを用いて切削評価を行った。切削条件は、被削材：外周長手方向の2箇所にV字型の溝を有する硬度HRC20でSMC435の丸棒、切削速

度：600m/min、切り込み：0.5mm、送り：0.5mm/re  
v.、乾式切削である。そして、実体顕微鏡および表面  
形状測定器により、摩耗量の測定および摩耗形態の観察

により行って評価した。比較用に、 $Al_2O_3$ を被覆していない市販の焼き入れ鋼加工用焼結体も同様に評価した。その結果を表8、9に示す。

【0034】

【表8】

各種 $Al_2O_3$ 被覆cBN基焼結体切削工具切削評価結果

No.	切削長1km時の逃げ面摩耗量( $\mu m$ )	切削長1km時のクレーター摩耗量( $\mu m$ )	切削長1km時の摩耗形態	工具寿命
1	—	—	—	0.5kmで被覆層が剥離・欠損
2	140	7	微小チャッピングあり	5.5kmで母材ごと欠損
3	140	7	平滑	7kmで母材ごと欠損
4	140	7	微小チャッピングあり	5.5kmで母材ごと欠損
5	140	7	微小チャッピングあり	7kmで母材ごと欠損
6	140	7	微小チャッピングあり	7kmで母材ごと欠損
7	140	7	微小チャッピングあり	6kmで母材ごと欠損
8	145	7	微小チャッピングあり	5.5kmで母材ごと欠損
9	145	7	微小チャッピングあり	1.5kmで母材ごと欠損
10	—	—	—	成膜時に剥離
11	140	8	微小チャッピングあり	6.5kmで母材ごと欠損
12	140	12	微小チャッピングあり	1.5kmで被覆が欠損
13	140	7	微小チャッピングあり	5.5kmで母材ごと欠損
14	140	7	チャッピング大	1.8kmで被覆が欠損

【0035】

【表9】



各種 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 被覆cBN基焼結体切削工具切削評価結果

No.	切削長1km時の逃げ面摩耗量( $\mu\text{m}$ )	切削長1km時のクレーター摩耗量( $\mu\text{m}$ )	切削長1km時の摩耗形態	工具寿命
15	205	17	微小チャタリングあり	2kmで摩耗大のため切削不可
16	150	.9	微小チャタリングあり	5.5kmで母材ごと欠損
17	130	6	平滑	7.5kmで母材ごと欠損
18	125	5	平滑	8kmで母材ごと欠損
19	140	7	微小チャタリングあり	4.5kmで母材ごと欠損
20	142	8	微小チャタリングあり	3.0kmで母材ごと欠損
21	138	7	微小チャタリングあり	7kmで母材ごと欠損
22	139	8	微小チャタリングあり	7kmで母材ごと欠損
23	141	7	微小チャタリングあり	7kmで母材ごと欠損
24	142	7	微小チャタリングあり	7kmで母材ごと欠損
25	139	7	微小チャタリングあり	7kmで母材ごと欠損
26	210	21	平滑	2kmで摩耗大のため切削不可
27	—	—	—	1.4kmで母材が塑性変形→被覆が剥離・欠損
28	250	—	微小チャタリングあり	1.5kmで摩耗大のため切削不可

【0036】(012)。(104)。(110)。(113)。(024)。(116)からなる(hkl)面の配向性指数の中で最大値を示すTC(hkl)が1.0以上となる $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ が被覆されている本発明実施例は従来のcBN焼結体工具、被覆cBN焼結体工具、鋼切削用被覆超合金工具およびTiCN被覆サメットと比較して、逃げ面摩耗量およびクレーター摩耗量が劇的に改善されている。

【0037】この理由として、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ の(012)。(104)。(110)。(113)。(024)。(116)面が他の結晶面と比較して硬度・靱性などの機械的特性が優れていること、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は柱状結晶(柱状晶)として成長するが、この柱状結晶をランダムに成長させるのではなく、配向成長させることにより、結晶粒同士の機械的干涉による欠陥の導入が抑制され被覆の靱性が大幅に向上すること、が推定される。一方、配向性指数TC(012)が0.9のNo.15は耐摩耗性が低く、工具寿命の改善が見られない。

【0038】 $\text{Al}_2\text{O}_3$ のみを被覆した場合、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 被覆層の厚みが50 $\mu\text{m}$ を越えると(No.10)、亀裂や剥離が生じ易いために切削性能が大幅に低下する。一方、cBN基焼結体母材と $\text{Al}_2\text{O}_3$ 被覆層の界面にTiCNyOz膜を中間層として介在させることにより、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 被覆層における亀裂や剥離の生成を抑制することができる(No.10)。これは、cBN基焼結体母材と被覆の残留応力のミスマッチを中間層であるTiCNyOz膜

が緩和するためと推定される。ただし、前記中間層を介在させても $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層の厚さが50を越えると(No.12)、やはり切削性能が大幅に低下する。

【0039】実施例1と同様に、1 $\mu\text{m}$ 以下の微細な $\text{Al}_2\text{O}_3$ を均質にcBN基焼結体母材に含有させることにより、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ またはTiCNyOz膜形成の際に微細で均質な核生成を促進することができ、結晶性に優れ、かつ密着力に優れた $\text{Al}_2\text{O}_3$ 被覆を形成できるものと考えられる。ここでは、全て $\text{Al}_2\text{O}_3$ 被覆の厚さを25 $\mu\text{m}$ 以上としており、この条件下では、No.5およびNo.17より、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 被覆層を形成している $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ の平均結晶粒径sが粗大粒子になると靱性が低下するものと推定される。また、No.13およびNo.14より、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 被覆層が50 $\mu\text{m}$ までの場合、平均結晶粒径sが10 $\mu\text{m}$ を超えると、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 被覆層が著しく欠損しやすくなる。

【0040】No.1~9の比較より、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有率は、体積で1.0%未満の場合には被覆形成時の核生成がまばらになるため、1.0%以上必要で、特に3%以上のものが密着力に優れる。逆に5%を越えると、核生成の密度が密になりすぎて、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ またはTiCNyOz結晶が成長する際に互いの機械的干涉により結晶内に欠陥が導入され、被覆層の靱性が低下しやすい。特に、10%を越えると、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 固有の機械的特性がcBN基焼

30

40

50

結体の機械的特性に反映され、cBN基焼結体母材の耐欠損性が大幅に低下するものと推定される。従って、cBN基焼結体母材に含有する $Al_2O_3$ は体積で1.0%以上10%未満が適切で、さらに3%以上5%未満が好ましい。

【0041】cBN基焼結体母材に含有されるcBNの含有率が体積で20%未満になると(No.20)、硬度・靱性などの機械的特性に優れるcBNの効果が希薄になり、cBN基焼結体母材の耐欠損性が大幅に低下するものと推定される。

【0042】本発明の $Al_2O_3$ 被覆工具は、 $\alpha-Al_2O_3$ を単層で被覆した場合にも、従来の $Al_2O_3$ 被覆よりも靱性に優れるが、特に $Al_2O_3$ 層の間に柱状結晶抑制層であるを設けたNo.3の $\alpha-Al_2O_3$ 被覆層は微細な柱状結晶均質に配向した組織を有し、靱性に優れており、他の $\alpha-Al_2O_3$ 被覆層と比較して、微小チップングなしに平滑な摩耗形態を示し、欠損寿命も向上したも

のと推定する。

【0043】(実施例3)平均粒径 $5\mu m$ 以下のcBN粒子と同 $1\mu m$ 未満の $Al_2O_3$ を含有したcBN基焼結体母材に実施例1と同様のCVD法を用いて $Al_2O_3$ を被覆した。その際、cBN基焼結体の設置方法、成膜温度およびキャリアーガス濃度などの調整を行い、表10に示す種々の $Al_2O_3$ 被覆cBN基焼結体切削工具を製作した。

【0044】これらの $Al_2O_3$ 被覆cBN基焼結体切削工具の切削に關与するすくい面および逃げ面についてXRDで詳細な調査を行ったところ、(012)、(104)、(110)、(113)、(024)、(116)からなる(hkl)面の配向性指数の中で最大値を示すTC(hkl)が0.9以上となる $\alpha-Al_2O_3$ が被覆されていた。

【0045】

【表10】

No.	cBN基焼結体組成 (体積%)	被覆層構成※1 ( $\mu m$ )	TC(hkl) ※1	S ※2
1	cBN:55,TiN:25, $\alpha-Al_2O_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物	$Al_2O_3$ 層:4	TC(012) 1.8	0.5
2	cBN:55,TiN:25, $\alpha-Al_2O_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物	$Al_2O_3$ 層:4	TC(104) 1.8	0.5
3	cBN:55,TiN:25, $\alpha-Al_2O_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物	$Al_2O_3$ 層:4	TC(116) 1.8	0.5
4	cBN:55,TiN:25, $\alpha-Al_2O_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物	$Al_2O_3$ 層:4	TC(110) 1.8	0.5
5	cBN:55,TiN:25, $\alpha-Al_2O_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物	$Al_2O_3$ 層:4	TC(113) 1.8	0.5
6	cBN:55,TiN:25, $\alpha-Al_2O_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物	$Al_2O_3$ 層:4	TC(024) 1.8	0.5
7	cBN:55,TiN:25, $\alpha-Al_2O_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物	$Al_2O_3$ 層:4	TC(104) 0.9	0.5
8	cBN:55,TiN:25, $\alpha-Al_2O_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物	$Al_2O_3$ 層:4	TC(104) 1.1	0.5

※1  $\alpha-Al_2O_3$ の配向性指数

※2  $\alpha-Al_2O_3$ の平均結晶粒子径

【0046】

【表11】

No.	cBN基焼結体組成 (体積%)	被覆層構成※1 ( $\mu\text{m}$ )	TC(hkl) ※1	S ※2
9	cBN:55,TiN:25, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層:4	TC(104) 2.3	0.5
10	cBN:55,TiN:25, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層:7	TC(104) 1.8	0.5
11	cBN:55,TiN:25, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層:25	TC(104) 1.8	0.5
12	cBN:55,TiN:25, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層:25	TC(104) 1.8	4.0
13	cBN:55,TiN:25, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層:25	TC(104) 1.8	4.5
14	被覆層なしのcBN焼結体/cBN:55,TiN:25, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ :4.5,TiB <sub>2</sub> :5, AlN:5,不純物			
15	比較:市販の鋼切削用Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 被覆超硬			
16	比較:市販の鋼切削用Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiC系セラミックス			

※1  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ の配向性指数

※2  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ の平均結晶粒子径

【0047】次に、これらのチップを用いて切削評価を行った。切削条件は、実施例2と同じで、被削材：外周  
長手方向の2箇所V字型の溝を有する硬度HRC20でSMC  
435の丸棒、切削速度：600m/min、切り込み：0.5mm、  
送り：0.5mm/rev.、乾式切削である。そして、実体顕  
微鏡および表面形状測定器により、摩耗量の測定および

摩耗形態の観察により行って評価した。比較用に、Al  
2O3を被覆していない市販の焼き入れ鋼加工用焼結体も  
同様に評価した。その結果を表11に示す。

【0048】

【表12】

各種 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 被覆cBN基焼結体切削工具切削評価結果

No.	切削長1km時の逃げ面摩耗量( $\mu\text{m}$ )	切削長1km時のクレータ摩耗量( $\mu\text{m}$ )	切削長1km時の摩耗形態	工具寿命
1	110	15	平滑	4.5kmで母材ごと欠損
2	110	15	平滑	4.5kmで母材ごと欠損
3	110	14	平滑	4.5kmで母材ごと欠損
4	110	13	平滑	4.5kmで母材ごと欠損
5	110	14	平滑	4.5kmで母材ごと欠損
6	100	14	平滑	4.5kmで母材ごと欠損
7	200	17	微小チャピングあり	2.5kmで摩耗大のため切削不可
8	120	15	平滑	4kmで母材ごと欠損
9	100	15	平滑	5kmで母材ごと欠損
10	100	11	平滑	5kmで母材ごと欠損
11	100	7	平滑	5.5kmで母材ごと欠損
12	120	8	平滑	5.5kmで母材ごと欠損
13	145	7	微小チャピングあり	4.5kmで母材ごと欠損
14	210	20	平滑	1.9kmで摩耗大のため切削不可
15	—	—	—	1.3kmで母材が塑性変形→被覆が剥離・欠損
16	—	—	微小チャピングあり	0.1kmで大破

【0049】表12の結果から次のことが判明した。No.1 1～13の比較より、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 被覆層を形成している $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ の平均結晶粒径が粗大になるにつれ耐摩耗性および摩耗形態の平滑性が低下している。これは、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ の粗大化に伴う靱性の低下が起因しているものと推定され、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 被覆層が $25\mu\text{m}$ までの場合、平均結晶粒径が $4\mu\text{m}$ を越えると耐摩耗性の低下が著しい。なお、TC(104)が1.0未満のNo.7も逃げ面摩耗量が多く、工具寿命が短い。

【0050】実施例2と比較し、熱的安定性に優れる $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 被覆層が薄くなった分、熱的な摩耗が主要因とされるクレータ摩耗量が増加しているが、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ の平均結晶粒径が微細になった分、機械的な摩耗が主要因とされる逃げ面摩耗量が抑制され、摩耗形態も平滑になっている。

【0051】従って、寸法精度や高仕上げ面性状を要求される切削では、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 被覆の厚さ(d)が $0.5\mu\text{m} \leq d \leq 25\mu\text{m}$ で、平均結晶粒径(s)を $0.01\mu\text{m} \leq s \leq 4\mu\text{m}$ とすることが適切で、欠損寿命を重視する場合に

は、同 $25\mu\text{m} < d \leq 50\mu\text{m}$ 、 $0.01\mu\text{m} \leq s \leq 10\mu\text{m}$ が適切である。

#### 【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は次の効果を奏する。

①cBN基焼結体母材に最適量の $\text{Al}_2\text{O}_3$ を含有させ、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 被覆成膜時の核生成密度や $\text{Al}_2\text{O}_3$ 被覆の結晶性を制御することにより、母材との密着性に優れ、かつ結晶性の良好な $\text{Al}_2\text{O}_3$ の被覆を成膜できる。

【0053】②耐摩耗性および強度に優れる $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ の(012)、(104)、(110)、(113)、(024)または(116)面を配向させた組織を有する $\text{Al}_2\text{O}_3$ 被覆を被削材との擦過面に形成できる。

【0054】③上記①、②の被覆焼結体により、切削温度が上昇するために既存の工具では短寿命または適用不可能であった鉄系高硬度難削材料の切削用途や鋼の高速・高能率切削用などにおいて、優れた工具寿命を発揮する切削工具を得ることができる。

フロントページの続き

(72)発明者 中井 哲男

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内

Fターム(参考) 3C046 FF02 FF09 FF17 FF25 FF35  
FF42 FF57